

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER EINE ZAHNSTEINHEMMENDE SUBSTANZ
MIT HILFE VON ZAHNSTEINTRÄGERN

von

KLAUS FRIESE

1964



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Konservierenden Abteilung (Leiter: Prof. Dr. J. Kluczka)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER EINE ZAHNSTEINHEMMENDE SUBSTANZ
MIT HILFE VON ZAHNSTEINTRÄGERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

KLAUS FRIESE

Zahnarzt

aus Goslar

MAINZ

1964

Dekan: Professor Dr. K. Thomsen

Referent: Professor Dr. Dr. P. Rieth

Korreferent: Professor Dr. J. Kluczka

Tag der mündl. Prüfung: 25. Mai 1964



Gesamtherstellung: DITTERS BÜRODIENST MAINZ

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Allgemeines	1
2. Untersuchungen über die Frühstadien des Zahnsteins	3
3. Eigene Untersuchungen	6
a. Probanden	
b. Substanzen	
c. Methodik	
d. Ergebnisse (Auswertung)	
4. Diskussion	11
5. Zusammenfassung	12
6. Literaturangaben	13

1. ALLGEMEINES

In der modernen Zahnheilkunde kann man heute nicht mehr von Zahnstein schlechthin sprechen, sondern unterscheidet grundsätzlich zwischen zwei Arten. Diese Differenzierung wird entweder nach topographischen oder nach genetischen Gesichtspunkten vorgenommen. Allgemein unterteilt man die Beläge in subgingivalen und in supragingivalen Zahnstein, wobei man von topographischen Fakten ausgeht. HODGE, H. C. und S. W. LEUNG (1950) unterscheiden zwischen "bakteriologischem oder enzymatischem oder physiologisch-chemischem Niederschlag" und versuchen so, eine genetische Unterscheidung vorzunehmen. WANNENMACHER, E. und M. und J. HÖHLING (1962) kombinieren beide Differenzierungen und sprechen deshalb von supragingivalem Zahnstein und von Konkrementen (= subgingival). Die Autoren betonen, daß Konkremeente sich sowohl in der Struktur als auch in der Entstehung vom Zahnstein unterscheiden.

Da mit Hilfe der unten beschriebenen Folienmethode die Wirkung eines Inhibitors nur auf den supragingivalen Zahnstein zu untersuchen ist, wurde im Rahmen dieser Arbeit der subgingivale Zahnstein nicht berücksichtigt. Wenn also im folgenden von Zahnstein die Rede ist, so wird damit ausschließlich der supragingivale Zahnstein angesprochen.

In den letzten Jahren wurde dem Zahnstein, vorher nur als kosmetisch störend betrachtet, besondere Bedeutung zugemessen. MILLER, W. D. (1896) et al. brachten ihn in Zusammenhang mit der "Alveolarpyorrhoe". Die frühen Arbeiten gehören aber bereits der Geschichte an und sind in einer Arbeit von SCHROEDER, H. E. (1962) umfassend dargelegt worden.

Es erscheint heute fast unmöglich, daß man sich allein aus der Literatur ein Bild über die Wirksamkeit der frühen Methoden zur Verhinderung der Zahnsteinbildung macht. Den rein klinischen Beobachtungen von SACHS, H. (1914) und ROSENTHAL, B. (1925) stehen die von GOTTLIEB, B. und B. ORBAN (1933) und A. KONTOROWICZ (1924) gegenüber, um nur einige zu nennen. Ohne neuerliche Untersuchungen muß eine objektive Aussage unmöglich erscheinen. Auch In-vitro-Versuche widersprechen sich deutlich. Während WOLF, T. (1921) bei der Untersuchung der Wirkung von "Biox", "Solvolith", und anderen Pasten auf pulverisierten Zahnstein eine schwache Lösung und deutliche Erweichung der Beläge feststellen konnte, stellte TÜRKHEIM, H. (1924) fest, daß alle Pasten, mit Ausnahme der "Litho-

und Traunerpaste", zu stark kalziumhaltig seien und so einen großen Teil ihrer Energie zur Auflösung ihrer eigenen Kalziumsalze verwenden müßten. Darüber hinaus führte er aus, daß ausgesprochen saure Pasten, wie z.B. "Pepso-dent", eine größere Kalksalzlösung verursachten. So wurde in der damaligen Ungewißheit immer wieder die Bürstenprophylaxe in den Vordergrund gestellt. 1930 erschienen erstmalig Arbeiten über die Wirksamkeit von Pasten mit Sulforicinoleat-Zusatz (Kalodont). WILLI, W. (1930) untersuchte die Wirkung des Natrium-Sulforicinoleats, ein "mit Alkali neutralisiertes Sulforierungsprodukt des Ricinusöles", bei 27 Patienten über 3 - 14 Monate. Er stellte fest, daß dieses Mittel ein großes Lösungsvermögen von in Wasser löslichen und unlöslichen Stoffen innehatte, ferner eine große Emulsionskraft, und daß es Fäulnis hemmt und für den Menschen absolut unschädlich sei. Auch OPPIKOFER, W. (1930) berichtet, daß das Natrium-Ricinoleat, das Natriumsalz der Ricinolsäure, klinisch weder giftig noch reizend wirkt, dabei aber selektiv keimtötend und auch fähig sei, Bakterientoxine zu neutralisieren. Er bestätigte auch die Auflösungskraft bei der Wirkung auf Zahnbeläge. Auch URBAN-TSCHITSCH, E. H. (1933) bestätigte die klinischen Untersuchungen von WILLI, W. (1930) und stellte darüber hinaus bei In-vitro-Untersuchungen fest, daß das Natrium-Ricinoleat weder auf den Schmelz noch auf das Dentin im geringsten schädlich wirke. SCHUPFER, K. (1934) kam bei "Kalodont" und BACK, R. (1938) bei "Solidox" zu dem gleichen Ergebnis. MATHIS, H. (1948) stellte die Bürstenprophylaxe wieder in den Vordergrund. Er zweifelte an der Unschädlichkeit der obengenannten Pasten und hielt ihre Einwirkungs-dauer für viel zu gering.

Neue Wege fanden in letzter Zeit amerikanische Autoren. KERR, D. A. und H. J. FIELD (1944) berichten über das aus der Urologie bekannte Natrium-Hexametaphosphat. Es soll mit Kalzium lösliche Komplexe bilden und so Nierensteine des Phosphattyps intrarenal auflösen. Nach In-vitro-Versuchen ist es unschädlich für die Zahnhartsubstanzen. Nach längerer Einwirkung löst es sowohl den subgingivalen als auch den supragingivalen Zahnstein auf. KRAUS, F. W. (1958) bestätigte diese Tatsache, wies aber auch darauf hin, daß dadurch Silikarfüllungen aufgelöst werden. Nach KING, R. M. (1951) soll eine Plaquebildung durch in Paraffin gelöstes Tetradecylamin verhindert werden. STEWARD, G. G. (1952) führte die Zahnsteinbildung auf einen vorherigen Mucin-Belag zurück. Er unternahm Versuche mit Mucinase und kam zu positiven Ergebnissen. Seine Ergebnisse wurden später auch von ALEECE, A. A. und B. K. FORSCHER (1954) bestätigt. Letztere stellten ferner fest, daß Mylase L 1 wirksam gegen farbige Beläge ist, während sie bei Prolase und Papain kaum eine Wirksamkeit bemerken konnten. GROSSMANN, L. J. (1954) testete

Ex 347 (Extar) bei In-vitro-Versuchen. Die Zahnsteinbildung wurde teils beträchtlich, teils aber auch gar nicht verhindert. THOMAS, B. O. A. (1956) bezweifelte die Wirkung dieser Substanz, da eine tatsächliche Hemmung nur an den Stellen beobachtet werden konnte, die der Zahnbürste zugänglich waren. LEUNG, S. W. und F. J. DRAUS (1959) beobachteten eine deutliche Hemmung der Zahnsteinbildung (bis zu 60%) bei Einwirkung verschiedener Enzyme. JENSEN, A. L. (1959) stellt eine Reduzierung der Gingivitis um 70-90%, der Zahnsteinbildung um 60% nach Einwirkung von hydrolisiertem Pankreaspuder fest. Dabei handelt es sich nicht um einen Extrakt, sondern um eine Mischung sämtlicher Pankreasenzyme (Trypsin, Chymotrypsin, Amylase, Lipase, Carboxypeptidase, Elastase, Nukleasen und Esterasen). MANDEL, I. D. (1958) und seine Mitarbeiter untersuchten mit Hilfe der von ihnen entwickelten Folienmethode 60 Stunden alte, künstlich verkalkte Plaques. Sie ließen Mylase L 1, Prolase 100, β -Glukuronidase oder Testikular-Hyaluronidase auf die Plaques einwirken. Einen deutlich verminderten Einfluß auf die Verkalkung zeigte jedoch nur der letztgenannte Stoff. 1961 bestätigten DOSSENBACH, W. und H. R. MÜHLEMANN die Beobachtungen von OPIKOFE, W. (1930), indem sie feststellten, daß Natrium-Ricinoleat die Zahnsteinbildung nahezu völlig hemmte. Penicillin verzögerte dagegen die Bildung nicht. Ebenfalls mit Hilfe der Folienmethode untersuchte SCHROEDER, H. E. (1962) die Wirkung von 10 präsumptiven Zahnsteininhibitoren. Die Ergebnisse zeigten, daß Natrium-Ricinoleat, Cetylpyridiniumchlorid, ein Desinfektionsmittel sowohl antibakteriell als auch als Invert-Seife wirkend, und einige, nicht näher beschriebene Substanzen die Zahnsteinbildung hemmen können. Allerdings wurden die Versuche mit hohen Konzentrationen des Inhibitors durchgeführt, so daß ihnen vom Autor kein klinisches Interesse beigemessen wird.

2. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE FRÜHSTADIEN DES ZAHNSTEINS

Wie bei den zuletzt erwähnten Tests von Zahnsteininhibitoren kann ein auf enzymatischer Wirkung beruhendes Präparat den Angriffspunkt im Zahnstein fast ausschließlich in dessen Frühstadium finden. Es sind in letzter Zeit Untersuchungen über die Frühstadien des Zahnsteins vor allem in der Züricher Klinik betrieben worden. In den folgenden Ausführungen lehnen wir uns an eine Arbeit von SCHNEIDER, U. und H. R. MÜHLEMANN (1959) an.

Eine chronologische Ordnung der Zahnsteinbildung erscheint in einzelnen äußerst schwierig, da einmal die Bildung der Beläge bei verschiedenen Pro-

banden verschieden rasch vor sich geht, zum anderen aber auch die Zusammensetzung von Proband zu Proband variiert. Dennoch findet man an allen Präparaten hervorstechende und allgemeingültige Merkmale.

1 Tag alte Beläge

Hier werden vorwiegend gram-positive Mikroorganismen gefunden (Kokken und Stäbchen), die sich entweder als durchgehender Belag oder in Nestern ablagern. Der Durchmesser der Nester ist etwa 20 bis 30 Mikroorganismen stark. Im Interdentalraum werden die Kokkennester auch umfangreicher. Sobald eine gewisse Größe der Nester erreicht ist, lagert sich eine Grundsubstanz ein, was durch den Übergang der Gramfärbbarkeit von Blauviolett zu Rotviolett deutlich wird. Bei genügender Schnittdicke des Präparates lassen sich diverse Formen von Mikroorganismen feststellen: Monokokken, Diplokokken, Kokkenketten und -trauben, aber auch stäbchenförmige, gestreckte und gekrümmte Mikroorganismen. Außerdem findet man auch einzelne Epithelzellen an der Belagsoberfläche mit pyknotischen Kernen. Mitunter sieht man auch weiße Blutzellen oder sogar Nester, was wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem Entzündungsgrad der Gingiva steht. Wo größere Kokkennester liegen, findet man keine Leukozytenansammlungen. Diese sind auch nicht mit Kokkenkolonien vergesellschaftet, sie liegen auf nackter Folie. Gram-negative Filamente findet man in so jungen Belägen nur vereinzelt. Sie haben ausgeprägte Köpfchen und sind solitär.

2 Tage alte Beläge

Man findet hier schon einen deutlich verdickten Mikroorganismenbelag von größerer und geringerer Dichte. Er ist deutlich strukturiert. Gegen den Interdentalraum zeigt sich eine für ältere Beläge charakteristische Streifung. Mit der Färbung nach Papanicolaou treten abgegrenzte Stellen hervor. Diese Zentren haben im Frühstadium keine Struktur. Es handelt sich dabei höchstwahrscheinlich um nicht mehr vitale Mikroorganismen. Im Kalknachweis nach Kossa werden sie schwarz, und auch andere Kalziumreaktionen werden positiv. Die Färbung nach Gram, Astralblaufärbung und die Muzikarminfärbung werden immer geringer, schließlich werden nur noch die Ränder der Zentren damit angefärbt. Daraus folgt die Vermutung, daß die Mikroorganismen in den Zentren absterben und daß dort die bakteriellen oder Speichelmukoide verändert werden. Schon in frühesten Stadien haben die Zentren eine deutliche Begrenzung, die immer ausgeprägter wird. Die Zentrenperipherie macht den Eindruck einer Membran. Das Auftreten der Zentren ist nicht an ältere Teile der Beläge gebunden. Bisweilen findet man sie stark in jungen, peri

pheren Plaqueabschnitten in einer Reihe, ein Zentrum neben dem anderen. Sie können aber auch auf der ganzen Breite des Belages verteilt sein. In den im Interdentalraum verdickten Belägen findet man sie öfter.

3 Tage alte Beläge

Mit zunehmendem Alter findet man häufig, aber nicht immer, einen Pilzrasen. Nach SCHNEIDER, U. (1959) gleichen die Pilzfäden "entweder einem Ährenfeld im Wind, wobei alle Filamente auf die gleiche Seite geneigt sind, oder die Pilze bilden Kolonien, wirre Kugeln, aus denen Fäden aussprossen".

Beläge alter als 3 Tage

Hier sind vor allem die Zentren interessant. Mit basischen Farbstoffen werden sie nicht gefärbt, dagegen aber mit sauren. Sie sind oft deutlich granuliert. Beim Kalzium-Nachweis imprägnieren sich die Zentren mit steigenden Expositionszeiten immer stärker mit Kaliumferrizyanid bzw. Silbernitrat. Die Niederschläge sind so stark, daß man keine Struktur mehr erkennen kann.

Die Bildung der Zentren ist sicher nicht an Epithelzellen oder Leukozyten gebunden. Man kann hauptsächlich die Mikroorganismen der Zahnsteinmatrix (Kokken und Filamente) für die primäre Belagsbefestigung verantwortlich machen (MANDEL, I. D., LEVY, B. M., WASSERMANN, B. H., SCHNEIDER, U., MÜHLEMANN, H. R.). Die Filamente bilden dabei nur einen fakultativen Bestandteil.

Die Verkalkung kann nun auf zwei Arten vor sich gehen:

- 1) Diffus granuläre Verkalkung,
- 2) Verkalkung in Form von Zentren, die aus Granula aufgebaut sind.

Die Verkalkungszentren scheinen devitalen Kokken- oder evtl. Filamentkolonien zu entsprechen. Die membranartige Begrenzung gegenüber dem Restbelag und der Wechsel der Färbbarkeit (erst basisch, dann sauer) scheinen die Hypothese der lokalisierten Belagsnekrose zu rechtfertigen.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

a. Probanden

Als Probanden stellten sich dankenswerterweise Studierende der Zahnheilkunde und Angehörige eines Werkes zur Verfügung. Sie lagen im Alter zwischen 18 und 44 Jahren. Es mußte jedoch eine Auswahl getroffen werden. Um möglichst deutliche Ergebnisse zu erzielen, wurden für den Test Probanden ausgesucht, die über eine starke Zahnsteinbildung berichteten. Außerdem wurde darauf geachtet, daß die Probanden über eine "normale" Morphologie des Zahnfleischsaumes verfügten, da nur in diesen Fällen die Form der unten beschriebenen Folien als geeignet erschien. Wenn die Zahnhäse mehr oder weniger freiliegen, mußte man einer modifizierten Form der Folien den Vorzug geben.

In allen Fällen wurden die Probanden angewiesen, die normale Zahnpflege fortzusetzen außer an den lingualen und labialen Flächen derjenigen Zähne, an denen Folien befestigt worden waren. Den Probanden wurde der Inhibitor in Form von Tabletten verabreicht.

b. Substanzen

Bei der getesteten Substanz handelt es sich um ein von der pharmazeutischen Industrie produziertes Präparat, das in diesem Fall in Tablettenform vorlag. Es enthielt außer Massa Tabulae (Bindemittel, Füllmittel, Sprengmittel, Gleitmittel und Aromen) in Gewichtsprozenten:

- 12 % Pankreatin
- 2 % Papain
- 1 % Pepsin
- 1,5 % Zellulose-spaltendes Enzym

Die Probanden wurden angewiesen, bei einem zweiten Versuch dreimal täglich 2 Tabletten langsam im Munde zergehen zu lassen.

Die Komposition des Präparates dürfte auf eine enzymatische Auflösung der organischen Grundsubstanz der Zahnsteinmatrix (Belagsbildung) abzielen, noch ehe Kalksalze ausgefällt werden.

c. Methodik

Die Erforschung des Zahnsteins gründet sich heute hauptsächlich auf drei Methoden:

1. Untersuchungen ausgereiften Zahnsteins an extrahierten Zähnen,
2. Untersuchungen der In-vitro-Zahnsteinbildung und
3. Untersuchungen der In-vivo-Zahnsteinbildung mit Hilfe eines Trägers.

In der vorliegenden Arbeit findet die letzte Methode Verwendung. Es sei kurz auf die Entwicklung dieser Methode eingegangen.

Bis zum Jahre 1956 hatte man sich bei der Beobachtung der Zahnsteinbildung nur auf klinische Untersuchungen stützen können. Die Beläge wurden angefärbt und schematisch nachgezeichnet oder photographiert. Die lingualen Zahnflächen konnten kaum ausreichend beobachtet werden. Bei der Untersuchung von präsumptiven Zahnsteininhibitoren konnte man bei der Auftragung des Hemmstoffes mittels einer Bürste nie genau die mechanische Wirkung von der chemischen abtrennen. Da man bei In-vitro-Versuchen nicht genau die Wirkung des Hemmstoffes auf das organische Grundgerüst des Zahnsteins beobachten konnte, stellt die Entwicklung der Folienmethode durch MANDEL, I. D., LEVY, B. M. und B. H. WASSERMANN (1957) eine Wende in der Zahnsteinerforschung dar, weil es nun möglich wurde, die Zahnsteinbildung durch In-vivo-Versuche zu beobachten. ZANDER, H. A. (1956) benutzte Kunststofffolien zur Darstellung des inneren Saumepithels, indem er sie an den lingualen Flächen der unteren Incisivi befestigte. MANDEL, I. D., LEVY, B. M. und B. H. WASSERMANN (1957) brachten parabelförmig zugeschnittene Zelluloidbänder (0,07 mm stark) mit Drahtligaturen lingual an den unteren Incisivi an und hatten damit eine Methode gefunden, den strukturierten Zahnstein in vivo zu gewinnen. Nachdem ZANDER, H. A. (1956) zuerst Zelluloseazetat-Folien (0,1 mm) verwendet hatte, ging er später zu Mylar-Polyesterfolien über, die er von beiden Seiten sandstrahlte. Er erreichte dadurch eine bessere Haftung der Beläge. MÜHLEMANN, H. R. und U. SCHNEIDER (1959) hatten Seiden-, Leinen- und Baumwollstoffe, dann Papier-Kunststoffstreifen und später auch Zelluloseazetat- und Mylar-Polyesterfolien auf ihre Verwendbarkeit als Zahnsteinträger in vivo untersucht, wobei sich die letzteren als am geeignetsten erwiesen. Die Oberflächeneigenschaften entsprechen zwar nicht genau denen der unteren Incisivi, jedoch erzielten die so bearbeiteten Folien in Versuchen von ZANDER, H. A. (1956), HAZEN, S. P. (1959), MÜHLEMANN, H. R. (1959) et al. die besten Ergebnisse. Nach ZANDER, H. A. (1955) gibt es vier mögliche Ansatzarten des Zahnsteins an der Wurzeloberfläche. Nach seinen Untersuchungen kommt also eine Zahnsteinbildung an ganz verschiedenen Zahnoberflächen zustande.

In der vorliegenden Arbeit wurde nun die Hostaphanfolie (Kaile) verwendet, die ebenfalls an beiden Seiten aufgeraut wurde.

Vorbereitung der Folien

Form und Größe der Folien wurden einer Arbeit von SCHROEDER, H. E. und T. M. MARTHALER (1961) entnommen. Es wurde eine Stahlstanze angefertigt, deren Stempel einen dreieckigen Umriß mit abgerundeten Ecken aufwies. Die Höhe der Folien betrug 6,5 mm, die obere, coronal gelegene Seite 6 mm; der marginal gelegene Winkel betrug 60° . Die Stahlstanze war erforderlich, damit die Größe der Folie, also die Oberfläche, auf der sich Zahnstein bildet, konstant blieb. Mit einer Cofferdam-Lochzange ($\varnothing$ ca. 0,5 mm) wurden die beiden coronal gelegenen Ecken gelocht. Mit einem angewärmten Kugelstopfer wurden die Folien auf einer Hartgummiunterlage derartig ausgebuckelt, daß sie etwa der Form der Lingualfläche der unteren Incisivi entsprachen. Danach wurden die Folien zwei Stunden bei 110° getrocknet, einzeln gewogen und numeriert aufbewahrt. Durch die Wägung jeder einzelnen Folie wurde ein Gewichtsunterschied durch unterschiedliche Stärke berücksichtigt.

Anbringen der Folien

Grundsätzlich erfolgte zunächst eine peinlich genaue Zahnsteinentfernung und gute Säuberung der Zähne. Als Befestigungselement diente chirurgische Seide (Dr. Vömel's Original-Nahtmaterial Nr.2, gezwirnt). Die Ligatur überspannte die Folie coronal-zentral, trat in die beiden Löcher seitlich hinein und der schmale Rand der Folien wurde in den Interdentalraum versenkt. (In Arbeiten aus der Züricher Klinik verlief die Ligatur anders, unsere Befestigungsart schien aber für die Probanden die angenehmste zu sein.) Die Fadenenden wurden interdental hindurchgeführt und auf der labialen Zahnfläche dreifach geknotet. Anschließend wurde der Knoten in die labiale Interdentalmische verschoben, um ein Reiben an der Lippe möglichst zu vermeiden. Es wurde darauf geachtet, daß die seitlichen Ränder der Folien möglichst weit in den Interdentalraum reichten und der marginale Winkel in die linguale Zahnfleischtasche eingelassen wurde. Nur so bietet die Folie der tastenden Zunge keinen Angriffspunkt zum Heraushebeln, und nur bei festem Sitz der Folie ist eine gute Belagsbildung zu erreichen.

Entfernung der Folien

Nach 10 bzw. 14 Tagen Liegezeit wurden die Folien entfernt, drei Stunden bei 110° getrocknet und wieder gewogen. Die Belagsbildung ließ sich dann aus der Differenz der Gewichte der Folien vor und nach der Exposition in der Mundhöhle berechnen.

Um festzustellen, ob die Folien während der Liegezeit einen Gewichtsverlust

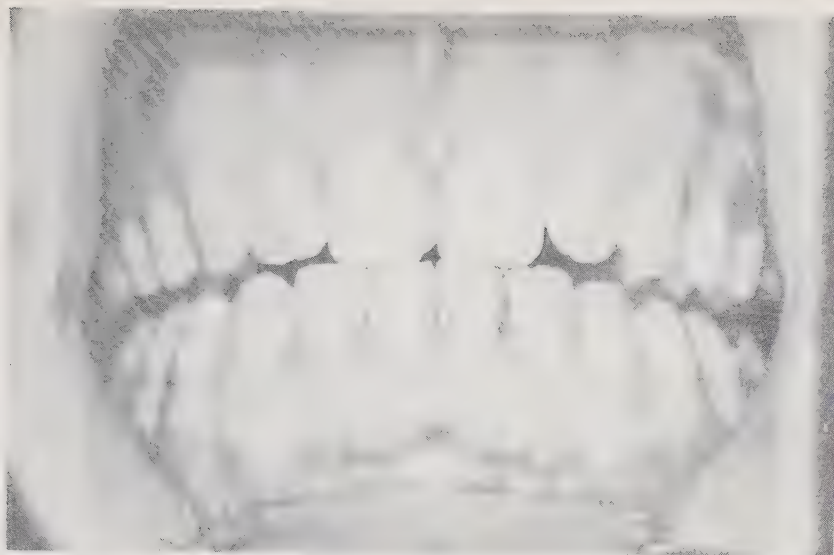


Abb. 1

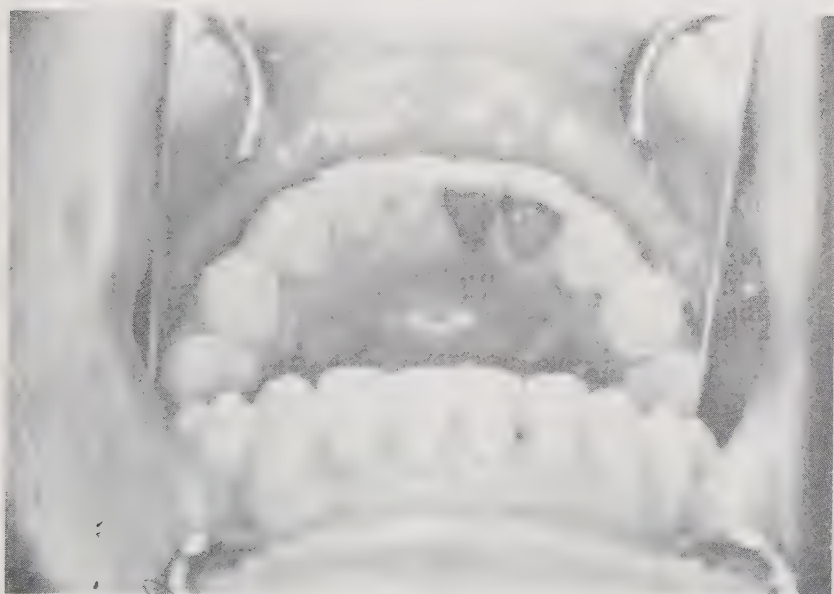


Abb. 2

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Folien in Situ. Bei den Zähnen 12 wurden sie zur besseren Sichtbarmachung mit basischem Fuchsin angefärbt

erlitten, wurden sie folgendem, von SCHROEDER, H. E. und T. M. MARTHALER (1961) beschriebenen Verfahren zur chemischen Ablösung des Zahnsteins unterworfen. Bei einer mechanischen Entfernung der Beläge müßte man mit bedeutenden Gewichtsverlusten rechnen.

1. 30 Min. in 20%iger Salpetersäure
2. Aqua-dest.-Spülung
3. 30 Min. in 20%iger Natronlauge
4. Aqua-dest.-Spülung
5. 30 Min. in Antiformin (1 Teil Wasser; 1 Teil 30%iger Natronlauge; 2 Teile Natrium-Hypochlorit-Lösung, 10% aktives Chlor enthaltend)
6. Aqua-dest.-Spülung
7. 10 Min. in 70%igem Alkohol
8. Filterpapiertrocknung

Anschließend wurden die Folien ebenfalls drei Stunden bei 110° getrocknet und gewogen. Es konnten aber keine Gewichtsunterschiede gegenüber der Leerfolie vor dem Anlegen festgestellt werden.

Nach dieser Methode wurden bei insgesamt 23 Probanden 184 Folien befestigt. Zur Auswertung gelangten jedoch nur diejenigen Probanden, bei denen alle Folien wieder vorgefunden werden konnten. (13 Probanden mit 104 Folien). Die Versuchsdauer betrug 2 mal 10 bzw. 14 Tage. Bei jedem Probanden wurden 2 mal 4 Folien befestigt (an allen unteren Incisivi), die einmal ohne und einmal mit Wirkung des Inhibitors über den gleichen Zeitraum der Zahnsteinbildung ausgesetzt waren.

d. Ergebnisse (Auswertung)

Zunächst wurden die Meßergebnisse einer Varianzanalyse unterworfen. Dabei wurde mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 % festgestellt:

1. Der Inhibitor erzielte einen Effekt.
2. Die Probanden waren unterschiedliche Zahnsteinbildner.
3. Der Inhibitor hatte bei den Probanden eine unterschiedliche Wirkung.

Es wird deshalb die Behauptung aufgestellt, daß das Gewicht der Beläge bei den einzelnen Probanden sich rechnerisch aus vier verschiedenen Komponenten zusammensetzt:

1. Aus dem Mittel der einzelnen Belagsgewichte über die Probanden und Versuche (MW).

2. Aus der Differenz $r_{I, II}$ zwischen den Mittelwerten über die Probanden in den einzelnen Versuchen und MW. ($r_I = MW_I - MW$; $r_{II} = MW_{II} - MW$).
3. Aus dem Faktor s , der ausdrückt, welche Bereitschaft des Probanden zur Zahnsteinbildung vorliegt und der sich wie folgt berechnen läßt:
Mittelwert jedes Probanden über beide Versuche minus dem Mittelwert MW. ($s = MW_P - MW$).
4. Aus dem Faktor t , der Auskunft über die spezifische Wirkung des Inhibitors auf den einzelnen Probanden gibt. Er läßt sich folgendermaßen berechnen: Mittelwert des einzelnen Probanden in jedem Versuch minus der Summe, gebildet aus MW, r und s des betreffenden Probanden.
($t_I = MW_{PI} - (MW + r + s)$; $t_{II} = MW_{PII} - (MW + r + s)$).

Mathematisch würde man also zu folgender Formel gelangen:

$$\text{Belagsgewicht } x = MW + r + s + t$$

Diese Formel hat den Vorteil, daß man aus den Faktoren s und t Aufschlüsse bekommen kann, wie hoch der Grad der Zahnsteinbildung bei den Probanden liegt und wie groß die Ansprechbarkeit der Probanden auf den Inhibitor ist. Ferner ist eine Untersuchung möglich, ob sich eventuell Relationen finden lassen zwischen dem Grad der Zahnsteinbildung und der Ansprechbarkeit des betreffenden Probanden.

Berechnungen

Als Mittelwert über alle Probanden und beide Versuche wurde errechnet

$$MW = 1,4702 \text{ mg}$$

Der Mittelwert über alle Probanden in Versuch I beträgt

$$MW_I = 1,9962 \text{ mg}$$

und in Versuch II

$$MW_{II} = 0,9442 \text{ mg.}$$

Die Differenz $MW_I - MW_{II}$ beträgt $D = 1,0520 \text{ mg.}$

Für den Erwartungswert D des Unterschiedes $MW_I - MW_{II}$ ergaben sich mit Hilfe eines F-Testes folgende Konfidenzintervalle:

MESSERGEBNISSE

Vers.	Zahn	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N
I	-2	2.0	1.8	2.6	1.4	1.5	1.4	1.5	1.8	1.7	1.7	3.1	1.8	1.5
	-1	2.2	2.1	3.2	2.3	1.9	2.2	1.8	1.8	2.1	1.9	3.6	1.9	1.7
	1-	1.9	2.1	2.4	2.0	1.9	2.3	1.7	2.1	1.9	2.0	3.2	1.8	1.6
	2-	1.7	1.4	2.9	1.1	1.8	1.8	1.5	2.0	2.0	1.9	3.2	1.7	1.4
	SpI	7.8	7.4	11.1	6.8	7.1	7.7	6.5	7.7	7.7	7.5	13.1	7.2	6.2
II	-2	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	0.6	0.7	0.9	0.8	1.4	1.0	0.9
	-1	1.2	1.0	0.8	1.3	1.1	1.0	0.8	0.9	1.1	0.8	1.1	1.1	0.7
	1-	1.1	1.1	1.4	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.6	1.0	1.0	0.9
	2-	1.1	0.9	1.2	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	1.1	1.1	1.3	0.9	0.8
	SpII	4.4	3.8	4.4	3.9	3.8	3.4	3.0	3.0	4.0	3.3	4.8	4.0	3.3
	MWpI	1.950	1.850	2.775	1.700	1.775	1.925	1.625	1.925	1.925	1.875	3.275	1.800	1.550
	MWpII	1.100	0.950	1.100	0.975	0.950	0.850	0.750	0.750	1.000	0.825	1.200	1.000	0.825
	MWp	1.5250	1.4000	1.9375	1.3375	1.3625	1.3875	1.1875	1.3375	1.4625	1.3500	2.2375	1.4000	1.1875
	s	+0.0548	-0.0702	+0.4673	-0.1327	-0.1077	-0.0827	-0.2827	-0.1327	-0.0077	-0.1202	+0.7637	-0.0702	-0.2827
	tI	-0.1010	-0.0760	+0.3115	-0.1635	-0.1135	+0.0115	-0.0885	-0.2385	-0.0635	+0.0490	+0.5115	-0.1260	-0.1635
	tII	+0.1010	+0.0760	-0.3115	+0.1635	+0.1135	-0.0115	+0.0885	+0.2385	+0.0635	-0.0490	-0.5115	+0.1260	+0.1635

A - N = Probanden

SpI = Summe der Belagsgewichte pro Proband in Versuch I

SpII = Summe der Belagsgewichte pro Proband in Versuch II

MWpI = Mittelwert pro Zahn und pro Proband in Versuch I

MWpII = Mittelwert pro Zahn und pro Proband in Versuch II

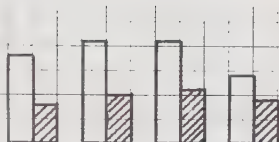
MWp = Mittelwert pro Zahn und pro Proband über beide Versuche

s, tI und tII siehe im Text Seite 10.

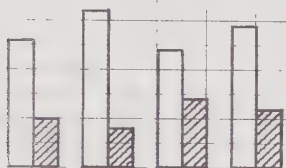
A



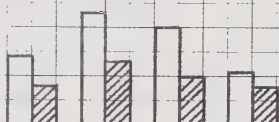
B



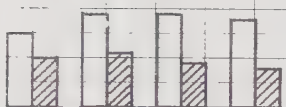
C



D



E



F



G



H



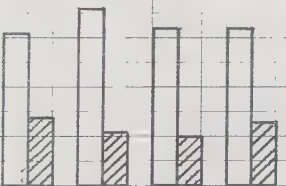
J



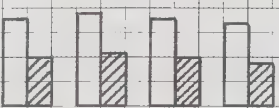
K



L



M



N



Abb. 2a zeigt die Belagsmengen der Probanden graphisch dargestellt, jeweils vom selben Zahn ohne und mit Wirkung des Inhibitors. (Letzteres schraffiert)

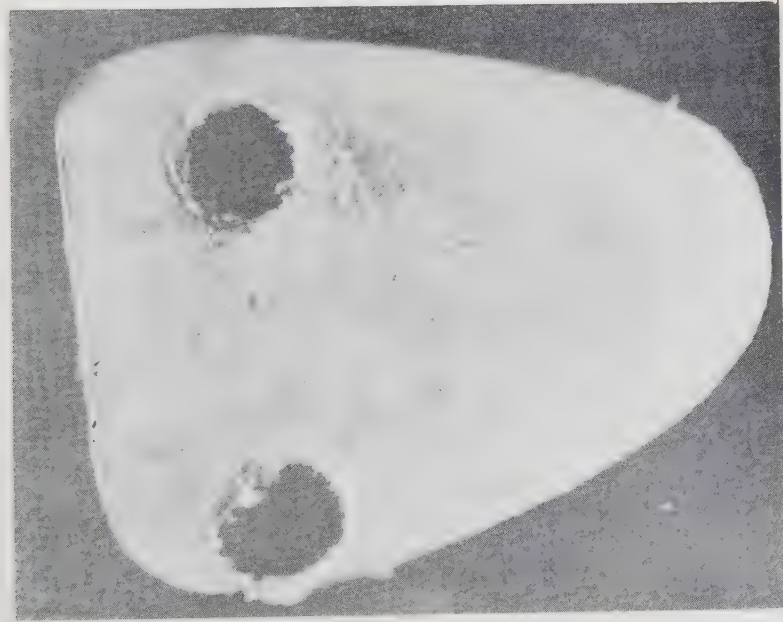


Abb. 3 : Aufgeraute Leerfolie

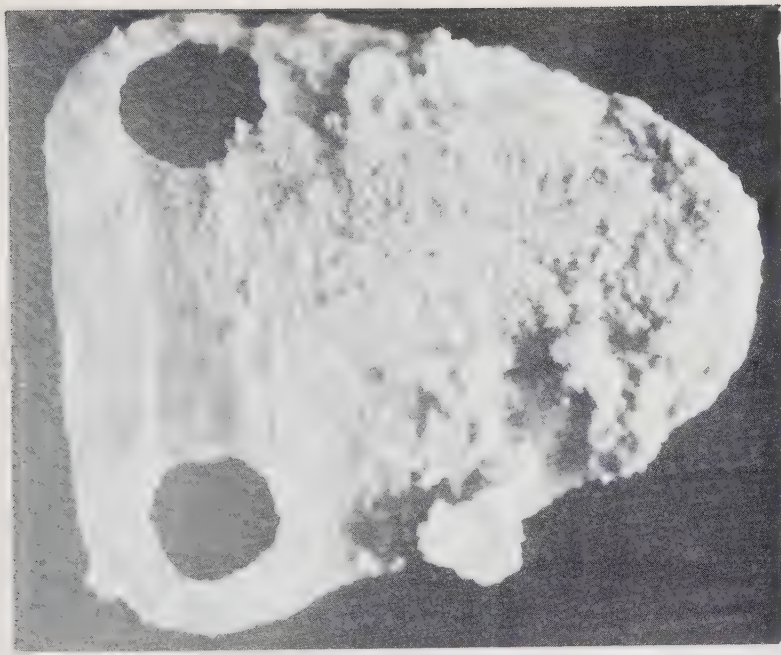


Abb. 4 : Folie mit Belag. An einer Stelle zur Verdeut-
lichung der Belagstärke abgehoben



Abb. 5 : Folie mit Belag ohne Inhibitorwirkung



Abb. 6 : Folie desselben Zahnes mit Belag, aber unter Wirkung des Inhibitors

<u>Untere Grenze</u>	<u>Obere Grenze</u>	<u>Fehlerbreite</u>	<u>Irrtumswahrsch.</u>
0,96185636	1,14214363	0,09014364	10 %
0,94406484	1,15993516	0,10793516	5 %
0,93787456	1,17612544	0,12412544	2,5 %
0,90840161	1,19559839	0,14359839	1 %
0,89475139	1,20924861	0,15724861	0,5 %

Daraus folgt, daß man mit Hilfe der Meßergebnisse die Behauptung aufstellen kann, daß durch die Wirkung des Inhibitors mit 10%iger Irrtumswahrscheinlichkeit

$$1,0520 \text{ mg} \pm 0,0914 \text{ mg}$$

oder mit 0,5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit

$$1,0520 \text{ mg} \pm 0,1572 \text{ mg}$$

Zahnstein weniger gebildet wurde als im Leerversuch. Prozentual gesehen bedeutet das, daß $52,7 \pm 4,6\%$ Zahnstein im Durchschnitt verhindert wurden, wiederum mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10%.

Außerdem hat es den Anschein, daß bei starken Zahnsteinbildnern der Inhibitor mehr gewirkt hat als bei schwachen Zahnsteinbildnern. Eine stichhaltige Aussage ist jedoch wegen der relativ geringen Zahl der Probanden nicht möglich. Das Diagramm in Abb.11 veranschaulicht jedoch, daß zumindest eine Tendenz vorliegt, daß mit größer werdendem s der Faktor t_{II} immer kleiner wird.

4. DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit wurde mit Hilfe der Folienmethode an 13 Probanden in 2 Versuchen über je 10 bzw. 14 Tage die Wirkung eines Zahnsteininhibitors untersucht. Der Inhibitor wurde in Form von Lutschtabletten verabreicht.

Das Ziel des Versuches bestand darin, zu beweisen, daß die zu testende Substanz eine Zahnsteinbildung negativ beeinflussen kann und in welchem Ausmaße dieses geschehe.

Es wurde gezeigt, daß die Komposition verschiedener Enzyme (Pankreatin, Papin, Pepsin und ein Zellulose-spaltendes Enzym) die Zahnsteinbildung wesentlich einschränkt. Nebenwirkungen nach Verabreichung der Tabletten traten nicht auf, mit Ausnahme eines Falles, wo der Proband über gastriti-

sche Beschwerden berichtete. Es ist aber zweifelhaft, ob hier ein kausaler Zusammenhang besteht, da der Proband auch sonst häufig zu Gastritiden neigt.

Der Inhibitor wurde in einer höheren Konzentration verabreicht, als er evtl. in einer Paste vorliegen würde. Deshalb haben die Ergebnisse nur einen experimentellen Wert. Es bleibt nachzuweisen, ob der Inhibitor auch in niedrigeren Konzentrationen genügend wirksam ist.

Die Folienmethode dürfte heute die Methode der Wahl für quantitative Zahnsteinuntersuchungen sein, obwohl große Fehlerquellen vorliegen. Die Nahrung des Probanden vor Entfernung der Folie und die Entfernung selbst bieten große Möglichkeiten, die Belagsgewichte unbewußt zu beeinflussen. Außerdem ist man bei Verabreichung des Inhibitors in Form von Tabletten auf die zuverlässige Mitarbeit des Probanden angewiesen. Aus diesen Gründen wurde sich in dieser Arbeit mit einer Wägung auf 0,1 mg Genauigkeit beschränkt.

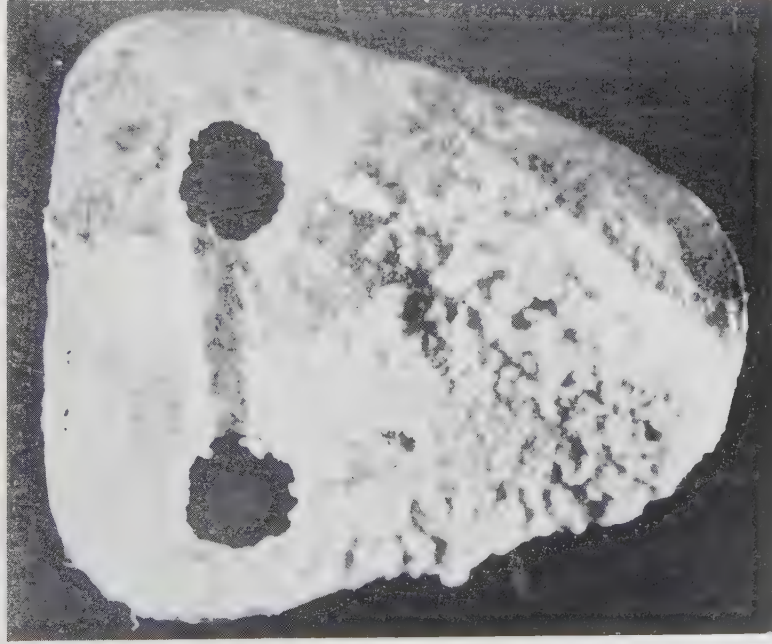
Die angewandte Methode der Auswertung der Meßergebnisse wurde als die einfachste und übersichtlichste gefunden, die diese Art der Aussage rechtfertigen kann.

5. ZUSAMMENFASSUNG

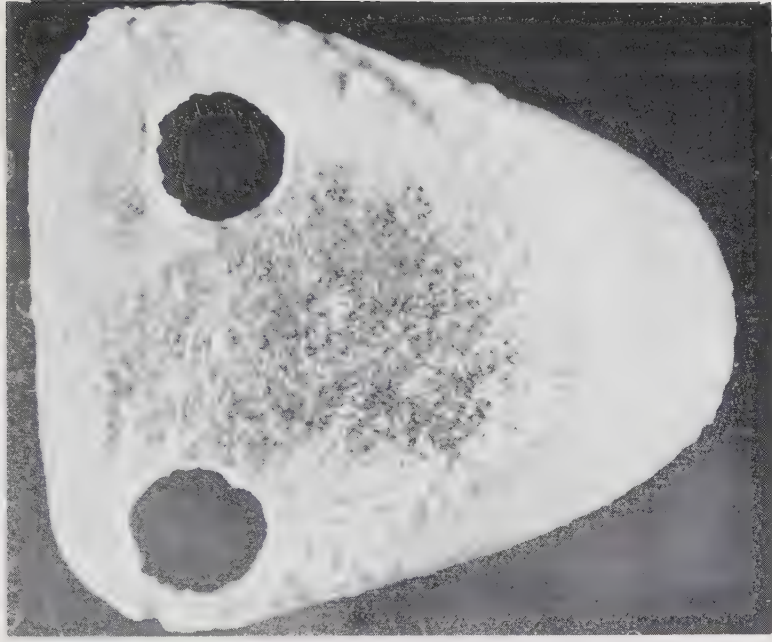
Nach einem Überblick über neuere Untersuchungen von zahnsteinhemmenden Substanzen werden die Frühstadien der Zahnsteinbildung erläutert.

In zwei Versuchen über 10 bzw. 14 Tage wird mit Hilfe der "Folienmethode" ein Gemisch von Enzymen (Pankreatin, Papain, Pepsin und ein Zellulose-spaltendes Enzym) auf seine Wirkung als Zahnsteininhibitor untersucht. Mit Hilfe der Meßergebnisse und einer statistischen Sicherung kann die Behauptung aufgestellt werden, daß bei einem Mittelwert der Zahnsteinbildung im Leerversuch von 1,9962 mg mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10% 1,0520 mg $\pm$ 0,0914 mg, oder mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,5% 1,0520 mg $\pm$ 0,1572 mg Zahnstein im Kontrollversuch weniger gebildet wird. Das entspricht einer Abnahme der Zahnsteinbildung von 52,7 $\pm$ 4,6 %, wiederum mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10%. Dieses Ergebnis hat zunächst keine klinische Bedeutung, da mit relativ hohen Konzentrationen des Inhibitors gearbeitet wird.

In der Ausrechnung wird sowohl die Bereitschaft der einzelnen Probanden zur Zahnsteinbildung (Faktor s) als auch die individuelle Wirkung des Inhibitors (Faktor t) in Zahlen ausgedrückt. Es wird der Vermutung Ausdruck gegeben, daß mit höherer Bereitschaft zur Zahnsteinbildung der Effekt des Inhibitors zunimmt.



Abb, 7 : Folie mit Belag ohne Wirkung des Inhibitors



Abb, 8 : Folie desselben Zahnes mit Belag, aber unter Wirkung des Inhibitors



Abb. 47: Fülle und Belag ohne Wirkung des Inhibitors



Abb. 48: Fülle desselben Zahnes mit Belag, aber unter Wirkung des Inhibitors

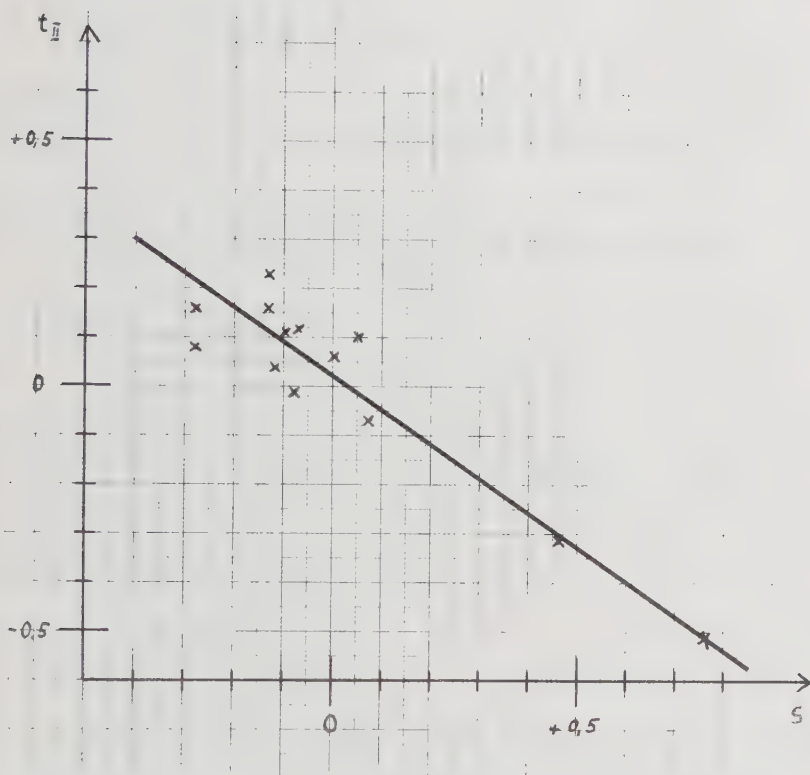


Abb. 11 zeigt t_{II} als Funktion von s



6. LITERATUR

ALEECE, A. A. and FORSCHER, B. K. :

Calculus Reduction with a Mucinas Dentrifice.
J. Periodontol. 25, 122-25 (1952)

BACK, R. :

Ein Beitrag zur Wirkung des Sulforicinoleats auf Zahnstein.
Zahnärztl. Rdsch. 47, 721-24 (1938)

DOSENBACH, W. and MÜHLEMANN, H. R. :

Effect of Penicillin and Ricinoleate on Early Calculus Formation.
Hev. Odont. Acta 5, 25-28 (1961)

GOTTLIEB, B. und ORBAN, B. :

Zahnfleischentzündung und Zahnlockerung.
Berlin 1933, S. 124 ff.

GROSSMANN, L. I. :

Effect of Chemical Agents on a Calculus Substitute.
Oral Surg. Oral Med. Oral Path. 7, 484-87 (1954)

HAZEN, S. P. and ZANDER, H. A. :

Four-Week-Old Calculus.
J. Dent. Res. 38, 710 (1959)

HODGE, H. C. and LODGE, S. W. :

Calculus Formation.
J. Periodontol. 21, 211 (1950)

HÖHLING, J. und E. und M. WANNENMACHER:

Über den Zahnstein.
D. Deutsch. Zahnärztebl. 16, 143-51 (1962)

JENSEN, A. L. :

Use of Dehydrated Pancrease in Oral Hygiene.
J. Amer. Dent. Ass. 59, 923-30 (1959)

KANTOROWICZ, A. :

Klinische Zahnheilkunde.
Berlin 1924, S. 325 ff.

KERR, D. A. and FIELD, H. J. :

Sodium-Hexamethaphosphate as an Aid in the Treatment of Periodontal Disease. J. Dent. Res. 23, 313-16 (1944)

KING, R. M. :

A Clinical Study of the Effect of Tetradecylamine on Plaque Formation.
J. Dent. Res. 30, 399-402 (1951)

KRAUS, F. W. :

The Effect of Mouth Washes.
Publ. Health Dent. Sept. 529 (1958)

LEVY, B. M. :

Development of Histo- and Cyto-Chemical Techniques for Oral Tissue Study.
Techn. Naval. Sci. ACR-215 (1957)

LEUNG, S. W. and DRAUS, F. J. :

Effect of Certain Enzymes on Calculus Deposition.
J. Dent. Res. 38, 709 (1959)

MANDEL, I. D., LEVY, B. M. and WASSERMANN, B. H. :

Histochemistry of Calculus Formation.
J. Periodont. 28, 132-137 (1957)

MARTHALER, T. M., SCHROEDER, H. E. and MÜHLEMANN, H. R. :

A Method for the Quantitative Assessment of Plaque and Calculus Formation.
Helv. Odont. Acta 5, 39-42 (1961)

MATHIS, H. :

Die sogenannte Parodontose.
Wien 1948, S. 385

MILLER, W. D. :

Lehrbuch der Konservierenden Zahnheilkunde.
Leipzig 1896, S. 383 ff.

MÜHLEMANN, H. R. and SCHNEIDER, U. :

Early Calculus Formation.
Helv. Odont. Acta 3, 22-25 (1959)

MÜLLER, E., SCHROEDER, H. E. and MÜHLEMANN, H. R. :

The Effect of two Oral Antiseptics on Early Calculus Formation.
Helv. Odont. Acta 6, 42-45 (1962)

OPPIKOFER, W. :

Über Natrium-Ricinoleat und seine Bedeutung in der Zahnheilkunde.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 40, 11 (1930)

ROSENTHAL, B. :

Die Bekämpfung des Zahnsteins mit "Emsolith" im Lichte physikalisch-chemischer Anschauungen.

Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 43, 839 (1925)

SACHS, H. :

Beiträge zur Kenntnis von Bildung des Zahnsteins und seiner Verhütung.

Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 32, 113-124 (1914)

SACHS, H. :

Moderne Mundhygiene auf "biologischer" Grundlage.

Zahnärztl. Rdsch. 33, 231-34 (1924)

SCHNEIDER, U. und MÜHLEMANN, H. R. :

Frühstadien des Zahnsteins.

Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 69, 755-65 (1959)

SCHROEDER, H. E. und MARTHALER, T. M. :

Normierte Folien als Zahnsteinträger.

Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 71, 596-603 (1961)

SCHROEDER, H. E. und MARTHALER, T. M. :

A Study of Initial Calculus Formation Rate on Foils.

Helv. Odont. Acta 6, 38-41 (1962)

SCHROEDER, H. E. :

Quantitative In-vivo-Studie mit Zahnsteinhemmstoffen.

Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 72, 294-312 und 399-412 (1962)

SCHROEDER, H. E., MARTHALER, T. M. und MÜHLEMANN, H. R. :

Effects of some potential Inhibitors on Early Calculus Formation.

Helv. Odont. Acta 6, 6-9 (1962)

SCHROEDER, H. E. und MÜHLEMANN, H. R. :

Experimentelle quantitative In-vivo-Zahnsteinstudie.

Dtsch. Zahn-Mund-Kfr. Heilk. 37, 284-302 (1962)

SCHUPFER, K. :

Über die zahnsteinlösende Wirkung des Sulforicinoleats.

Wien. med. Wschr. 4 (1934)

STEWART, G. G. :

Mucinase, a Possible Means of Reducing Calculus Formation.

J. Periodontol. 23, 85-90 (1952)

THOMAS, B. O. A. :

The Limitation of a Calculus-Preventing Agent.

J. Periodont. 27, 314-15 (1956)

TÜRKHEIM, H. :

Untersuchungen über das Zahnsteinlösungsvermögen der gebräuchlichen
Zahnpasten.

Zahnärztl. Rdsch. 33, 325 (1924)

URBANTSCHITSCH, E. H. :

Calculus dentalis supragingivalis.

Dtsch. Zschr. Stomatol. 31, 235 (1934)

WASSERMANN, B. H., MANDEL, I. D. und LEVY, B. M. :

In Vitro Calcification of Dental Calculus.

J. Periodont. 29, 144-47 (1958)

WENDE, D. :

Über das Problem der Zahnsteinentfernung mit chemischen Mitteln unter
besonderer Berücksichtigung eines neuen Mittels Triätranolamindiglykolat.
Med. Inaug. Diss. Mainz 1962

WILLI, W. :

Untersuchungen über die Wirkung der Sulforicinoleate auf Zahnbeläge und
Zahnstein.

Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 40, 241 (1930)

WOLF, T. :

Über die zahnsteinlösende und zahnsteinerweichende Wirkung verschiede-
ner Zahnpasten.

Med. Diss. Bonn 1921

ZANDER, H. A. :

The Attachment of Calculus to Root Surfaces.

J. Periodont. 24, 16-19 (1955)

ZANDER, H. A. :

A Method for Studying "The Epithel Attachment".

J. Dent. Res. 33, 308-12 (1956)

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Dr. Peter Riethel für die Überlassung des Themas und die gewährte großzügige Unterstützung ergebenst zu danken.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Professor Dr. Josef Kluczka für die Übernahme des Korreferats.

LEBENS LAUF

Ich, Klaus Günter Wilhelm Alfred Hans Friese, wurde am 7. Dezember 1935 als Sohn des Zahnarztes Dr. Werner Friede und seiner Frau Edith, geb. Gazert, als drittes Kind in Goslar geboren. In den Jahren 1942 bis 1947 besuchte ich die Volksschule in Goslar und danach das Ratsgymnasium Goslar, wo ich im Frühjahr 1956 die Reifeprüfung ablegte. Mein Studium begann ich zum SS 1956 an der Universität Tübingen mit den Studienfächern Medizin und Zahnheilkunde. Zum WS 1957/58 wechselte ich über zur Universität Mainz, wo ich im Frühjahr 1959 die ärztliche und im Sommer 1959 die zahnärztliche Vorprüfung bestand. Nach dem WS 1962/63 meldete ich mich zur Ablegung des zahnärztlichen Staatsexamens vor dem Prüfungsausschuß in Mainz an. Die Bestallung als Zahnarzt erhielt ich am 25. Juli 1963.

